


Fuel injection valve

Patent number: DE3438048
Publication date: 1985-05-02
Inventor: FUNADA TAKEO (JP); KASAYA MASASHI (JP); ABE TATSUHIKO (JP)
Applicant: DIESEL KIKI CO (JP)
Classification:
- **international:** F02M65/00
- **european:** F02M65/00D
Application number: DE19843438048 19841017
Priority number(s): JP19830193544 19831018

Also published as:

 JP60085248 (J)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE3438048

In a fuel injection valve, which contains a contact-breaker switch formed from a valve seat, a valve needle and an insulating layer electrically isolating the valve needle from a nozzle body, the insulating layer is formed on a bonding layer formed on the valve needle, the bonding layer having a linear coefficient of expansion which lies between that of the valve needle and that of the insulating layer and is composed of a material which is capable of entering into a firm material connection both with the valve needle and with the insulating layer, so that the resistance of the insulating layer to flaking is considerably increased and its insulating characteristics are retained over a long period of time.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

TCS. 11/22/2010

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3438048 A1**

⑤① Int. Cl. 3:
F02 M 65/00

⑳ Aktenzeichen: P 34 38 048.5
㉔ Anmeldetag: 17. 10. 84
㉕ Offenlegungstag: 2. 5. 85

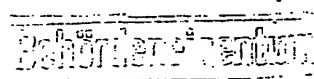
DE 3438048 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
18.10.83 JP 193544/83

㉑ Anmelder:
Diesel Kiki Co. Ltd., Tokio/Tokyo, JP

㉒ Vertreter:
Berg, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Stapf, O.,
Dipl.-Ing.; Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K.,
Dipl.-Chem. Dr.jur. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000
München

㉓ Erfinder:
Funada, Takeo; Kasaya, Masashi; Abe, Tatsuhiko,
Higashimatsuyama, Saitama, JP



Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Brennstoff-Einspritzventil

In einem Brennstoff-Einspritzventil, welches einen aus einem Ventilsitz, einer Ventalnadel und einer die Ventalnadel elektrisch gegenüber einem Düsenkörper isolierenden Isolierschicht gebildeten Unterbrecherschalter enthält, ist die Isolierschicht auf einer auf der Ventalnadel geformten Bindschicht gebildet, wobei die Bindschicht einen linearen Ausdehnungskoeffizienten hat, welcher zwischen dem der Ventalnadel und dem der Isolierschicht liegt und aus einem Werkstoff ist, welcher eine feste stoffschlüssige Verbindung sowohl mit der Ventalnadel als auch mit der Isolierschicht einzugehen vermag, so daß die Widerstandsfähigkeit der Isolierschicht gegen Abblättern beträchtlich erhöht ist und ihre Isolierenden Eigenschaften über eine lange Zeitspanne erhalten bleiben.

DE 3438048 A1

Anwaltsakte 33 752

DIESEL KIKI CO., LTD.
6-7, Shibuya 3-chome, Shibuya-ku,
Tokyo / JAPAN

Brennstoff-Einspritzventil

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Brennstoff-Einspritzventil mit einem einen Ventilsitz aufweisenden Düsenkörper aus elektrisch leitendem Werkstoff, einer gleitverschieblich in einer Führungsbohrung des Düsenkörpers geführten Ventilnadel aus einem elektrisch leitenden Werkstoff und einer die Ventilnadel elektrisch gegenüber der Wandung der Führungsbohrung isolierenden Isolierschicht, bei welchem eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper besteht, wenn die Ventilnadel auf dem Ventilsitz ruht, und die elektrische Verbindung zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper unterbrochen ist, wenn die Ventilnadel von dem Ventilsitz abgehoben ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (26) auf der Oberfläche einer auf der Oberfläche (25) der Ventilnadel (8)

1 geformten Bindschicht (27) gebildet ist und daß die Bindschicht einen linearen Ausdehnungskoeffizienten hat, welcher zwischen dem der Ventalnadel und dem der Isolierschicht liegt und aus einem Werkstoff geformt ist, welcher
5 zur Bildung einer festen stoffschlüssigen Verbindung mit der Isolierschicht und der Ventalnadel geeignet ist.

2. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (26)
10 und die Bindschicht (27) auf der der Wandung der Führungsbohrung (7) gegenüberliegenden Oberfläche (25) der Ventalnadel (8) gebildet sind, um eine elektrische Isolierung zwischen der Ventalnadel und den Führungsflächen der Führungsbohrung zu gewährleisten.

15

3. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventalnadel (8) aus Stahl ist und daß das Material für die Isolierschicht (26) aus der SiO_2 , Ta_2O_3 , Al_2O_3 , Si_3O_4 , AlN und
20 ZrO_2 umfassenden Gruppe gewählt ist.

4. Brennstoff-Einspritzventil nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (26) durch ein physikalisches
25 Bedampfungsverfahren geformt ist.

5. Brennstoff-Einspritzventil nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventalnadel (8) aus Stahl ist und daß das Material
30 für die Bindschicht (27) aus der TiN , TiC und CrN umfassenden Gruppe gewählt ist.

6. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bindschicht (27) in
35 einem physikalischen Bedampfungsverfahren geformt ist.

7. Brennstoff-Einspritzventil nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

17 10 84
3

3438048

- 1 daß die obere Endfläche (8a) der Ventalnadel (8) mit einer in einem physikalischen Bedampfungsverfahren geformten Isolierschicht (29) versehen ist.
- 5 8. Brennstoff-Einspritzventil nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das untere Endstück (8b) der Ventalnadel (8) mit einer Isolierschicht (30) versehen ist.
- 10 9. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (30) durch ein physikalisches Bedampfungsverfahren geformt ist.

15

20

25

30

35

1

Brennstoff-EinspritzventilB e s c h r e i b u n g .

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Brennstoff-Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine und richtet sich insbesondere auf ein solches Einspritzventil, in welchem eine Ventilnadel und ein Düsenkörper zusammen einen Unterbrecher-

10

schalter bilden.

Es gibt verschiedene Ausführungsformen von Brennstoff-Einspritzventilen, in denen ein Düsenkörper aus einem elektrisch leitenden Material und eine in einer Bohrung des Düsenkörpers verschieblich geführte Düsennadel aus

15 elektrisch leitendem Material zusammen einen Unterbrecherschalter bilden, welcher dazu dient, den Beginn und das Ende der Brennstoffeinspritzung in Abhängigkeit von den Bewegungen der Ventilnadel anzeigende elektrische Signale zu erzeugen. Beispiele für derartige Einspritzventile sind

20 u. A. in der US-Patentschrift 4 111 178, DE-OS 29 22 503 und DE-OS 29 49 326 beschrieben.

25

Bei dem aus der US-PS 4 111 178 bekannten Einspritzventil ist zwischen der Ventilnadel und den Führungsflächen der Bohrung eine keramische Isolierschicht vorhanden, so daß ein elektrischer Kontakt zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper nur dann vorhanden ist, wenn die Ventilnadel auf ihrem im Düsenkörper geformten Sitz ruht. Beim Abheben der Ventilnadel von ihrem Sitz durch den unter Druck zugeführten Brennstoff ist die elektrische Verbindung zwischen

30 der Ventilnadel und dem Düsenkörper unterbrochen. Die keramische Isolierschicht ist hier jedoch äußerst dünn und hat deshalb keine ausreichende Lebensdauer.

35

Bei Brennstoff-Einspritzventilen der genannten Art besteht mithin eine beträchtliche Schwierigkeit darin, zwischen der Ventilnadel und den Führungsflächen der Bohrung eine

1 möglichst abriebfeste Isolierung vorzusehen. Zur Schaffung
der gewünschten Isolierung zwischen der Ventilnadel und
den Führungsflächen der Bohrung wird in einer bekannten
Ausführung eine Aluminiumbuchse auf die Ventilnadel aufge-
5 zogen, deren äußere Oberfläche zunächst in einem anodischen
Oxydationsverfahren behandelt wurde, wie in der veröffent-
lichten europäischen Patentanmeldung Nr. 45530 beschrieben.

Eine in einem solchen anodischen Oxydationsverfahren erzeug-
10 te Isolierschicht weist jedoch keine ausreichende Abrieb-
festigkeit auf, d.h. es besteht die Gefahr, daß sich die
auf der Aluminiumbuchse geformte Oxidschicht von dieser ab-
löst. Da ferner das Ausgangsmaterial der auf die Ventil-
nadel aufgezogenen Buchse Aluminium ist, hat die Isolier-
15 schicht auch keine ausreichende mechanische Festigkeit und
mithin eine zu kurze Standzeit.

Angesichts dieser Nachteile und Mängel bekannter Ausfüh-
rungsformen schafft die Erfindung ein Brennstoff-Einspritz-
20 ventil der eingangs genannten Art, bei welchem eine Iso-
lierung zwischen der Ventilnadel und einem zusammen mit
dieser einen Unterbrecherschalter bildenden Düsenkörper
über eine verlängerte Zeitspanne sicher erhalten bleibt.

25 Insbesondere richtet sich die Erfindung auf ein einen sol-
che Unterbrecherschalter enthaltendes Brennstoff-Einspritz-
ventil, welches wohlfeil herstellbar ist und eine hervor-
ragende Lebensdauer hat.

30 Bei einem Brennstoff-Einspritzventil der eingangs genannten
Art mit einem einen Ventilsitz aufweisenden Düsenkörper aus
einem elektrisch leitenden Werkstoff, einer gleitverschieb-
lich in einer Führungsbohrung des Düsenkörpers geführten
Ventilnadel aus einem elektrisch leitenden Werkstoff und
35 einer die Ventilnadel gegenüber der Wandung der Führungs-
bohrung elektrisch isolierenden Isolierschicht, bei welchem
eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der Ventil-
nadel und dem Düsenkörper vorhanden ist, wenn die Ventil-

1 nadel auf dem Ventilsitz ruht, und die elektrische Verbin-
dung zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper unter-
brochen ist, wenn die Ventilnadel von dem Sitz abgehoben
ist, ist gemäß der Erfindung vorgesehen, daß die Isolier-
5 schicht auf der Oberfläche einer auf der Oberfläche der
Ventilnadel geformten Bindschicht geformt ist, und daß
die Bindschicht einen zwischen demjenigen der Ventilnadel
und demjenigen der Isolierschicht liegenden linearen Aus-
dehnungskoeffizienten hat und aus einem Werkstoff gebildet
10 ist, welcher zur Ausbildung einer stoffschlüssigen Verbin-
dung sowohl mit der Isolierschicht als auch mit der Ventil-
nadel geeignet ist.

Die Isolierschicht kann aus einem isolierenden Werkstoff
15 wie z.B. SiO_2 , Ta_2O_3 , Al_2O_3 , Si_3N_4 , AlN , ZrO_2 od. dergl.
durch Spratzen, Ionenauftrag oder in einem anderen geeig-
neten Verfahren geformt sein. Die Bindschicht kann bei-
spielsweise aus TiN , TiC , CrN od. dergl. bestehen und in
einem ähnlichen Verfahren wie die Isolierschicht aufge-
20 bracht sein.

Vorteilhaft ist beispielsweise die Verwendung von Titan-
nitrid (TiN) für die Bindschicht und von Siliziumoxid
(SiO_2) für die Isolierschicht,, da der lineare Ausdeh-
25 nungskoeffizient des Titannitrids etwa 7 bis $9 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$
beträgt und damit etwa in der Mitte zwischen dem linearen
Ausdehnungskoeffizienten des Stahls der Ventilnadel und
dem der Isolierschicht aus Siliziumoxid liegt. Eine Ver-
werfung in den einzelnen Schichten aufgrund des unter-
30 schiedlichen linearen Ausdehnungskoeffizienten läßt sich
dadurch wirksam vermeiden, daß die Ventilnadel während der
Ausbildung der Isolierschicht aus Siliziumoxid auf der
Bindschicht aus Titannitrid auf ca. 500°C erwärmt und an-
schließend abgekühlt wird. Da ferner Titannitrid eine feste
35 stoffschlüssige Verbindung mit dem Stahl der Ventilnadel
sowie auch mit der Isolierschicht eingeht, ist diese weit-
aus widerstandsfähiger gegen abblättern als bei der Aus-
bildung der Isolierschicht unmittelbar auf der Oberfläche
der Ventilnadel.

1 Im folgenden sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht eines Brennstoff-Einspritz-
5 ventils in einer Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine teilweise im Schnitt dargestellte, vergrößerte
Ansicht einer Ventilnadel des Einspritzventils
nach Fig. 1 und

10

Fig. 3 eine teilweise im Schnitt dargestellte vergrößerte
Schrägansicht einer Ventilnadel in einer abgewandel-
ten Ausführungsform.

15 Zu einem in Fig. 1 gezeigten Brennstoff-Einspritzventil 1 gehören ein Düsenhalter 2, ein Einsatzstück 3 und ein Düsenstock 4, welche durch eine Gewindebuchse 5 zusammen-
gehalten sind. Der Düsenstock 4 setzt sich zusammen aus einem Düsenkörper 6 mit einer Führungsbohrung 7, in wel-
20 cher eine Ventilnadel 8 gleitverschieblich geführt ist. Die Ventilnadel 8 hat ein ein Absperrglied darstellendes konisches Endstück 9, welches mit einem komplementär geformten Ventilsitz 10 im Düsenkörper 6 zusammenwirkt. Zunächst dem Ventilsitz 10 ist im Düsenkörper 6 eine Kammer
25 11 gebildet, in welcher eine Brennstoffbohrung 12 ausmündet.

Die Ventilnadel 8 ist aus Stahl und über einen elektrisch leitenden Stift 13 elektrisch mit einem ebenfalls elek-
30 trisch leitenden Federteller 14 verbunden. Eine in einer im Düsenhalter 2 ausgebildeten Federkammer 15 angeordnete Schraubenfeder 16 stützt sich an einer am unteren Ende einer im Preßsitz in einer Isolierbuchse 17 befestigten Elektrode 18 ausgebildeten Scheibe 19 und über diese an
35 einer in der Federkammer 15 ausgebildeten Schulter 20 ab, während sich ihr anderes Ende auf dem Federteller 14 abstützt. Die Isolierbuchse 17 isoliert die Elektrode 18 elektrisch gegenüber dem Düsenhalter 2 und ist in eine Bohrung 21 des Düsenhalters 2 eingesetzt. Ein öldichter

1 Zustand ist durch ein Paar Rundringdichtungen 22, 23
gewährleistet.

Die Schraubenfeder 16 ist ebenfalls aus einem elektrisch
5 leitenden Werkstoff, z.B. Stahl, so daß die Elektrode 18
über die Feder 16, den Federteller 14 und den Stift 13
elektrisch mit der Ventilnadel 8 verbunden ist. Um einem
elektrischen Kontakt der Schraubenfeder 16 mit dem Düsen-
halter 2 vorzubeugen, ist die Kammer 15 mit einer Isolier-
10 buchse 24 ausgekleidet, was besonders bei Einspritzventilen
mit kleinen Abmessungen notwendig ist, da hier der Abstand
zwischen der Schraubenfeder 16 und der Wandung der Kammer
15 sehr klein ist. Der Düsenkörper 6, das Einsatzstück 3,
die Gewindemuffe 5 und der Düsenhalter 2 sind ebenfalls
15 aus elektrisch leitendem Werkstoff.

Wie in Fig. 2 dargestellt, ist eine aus Siliziumoxid (SiO_2)
gebildete Isolierschicht 26 auf einer auf der Außenober-
fläche 25 des verdickten Abschnitts der Ventilnadel 8 ausge-
20 bildeten Bindschicht 27 geformt, um die Ventilnadel 8
gegenüber der Wandung der Führungsbohrung 7 elektrisch zu
isolieren. Die Bindschicht 27 ist aus Titanitrid (TiN)
gebildet, dessen linearer Ausdehnungskoeffizient etwa in
der Mitte zwischen demjenigen des Materials der Ventilnadel
25 8, also Stahl (Fe) und demjenigen des Materials der Isolier-
schicht 26, also Siliziumoxid, liegt, und welches eine
feste stoffschlüssige Verbindung sowohl mit dem Stahl als
auch mit dem Siliziumoxid einzugehen in der Lage ist. Die
Isolierschicht 26 sowie auch die Bindschicht 27 können
30 unter Anwendung geeigneter Verfahren, z.B. Spratzen oder
Ionnenauftrag, aufgebracht werden.

Bei Anwendung derartiger Verfahren, einschließlich des
Aufdampfens der Schichten, läßt sich die Dicke der Isolier-
35 schicht 26 sowie auch die der Bindschicht 27 durch Steu-
erung der angelegten Spannung sowie der Behandlungszeit
müheless bestimmen, so daß für die fertige Ventilnadel eine
sehr hohe Maßhaltigkeit erzielbar ist. Dies ist von großer
Bedeutung im Hinblick auf die Qualität des Endprodukts.

- 1 Das Aufbringen der dünnen Schichten durch Spratzen oder
Ionnenauftrag erfolgt bei einer Temperatur von ca. 500 °C.
Die linearen Ausdehnungskoeffizienten des Materials der
Ventilnadel, also Stahl, des Materials der Bindschicht 27,
5 also Titannitrid, und des Materials der Isolierschicht 26,
also Siliziumoxid, betragen $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. bzw. 7 bis $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
bzw. $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Dadurch, daß zunächst die Bindschicht
27 aus Titannitrid auf der Oberfläche 25 der Ventilnadel 8
und danach die Isolierschicht 26 auf der Bindschicht 27
10 gebildet wird, läßt sich das Ausmaß der bei der anschlie-
ßenden Abkühlung eintretenden Verwerfung in der Isolier-
schicht 26, verglichen mit dem Fall der Ausbildung der
Isolierschicht 26 unmittelbar auf der Ventilnadel 8, erheb-
lich verringern, da der lineare Ausdehnungskoeffizient der
15 Bindschicht 27 etwa in der Mitte zwischen dem der Ventil-
nadel 8 und dem der Isolierschicht 26 liegt.

Da das Titannitrid eine feste stoffschlüssige Verbindung
sowohl mit dem Siliziumoxid als auch mit dem Stahl eingeht,
20 ist die Isolierschicht 26 über die Bindschicht 27 sicher
und fest mit der Oberfläche 25 der Ventilnadel 8 verbunden.

Damit ist es also möglich eine gegen Abblättern äußerst
widerstandsfähige Isolierschicht auszubilden, so daß die
25 elektrische Isolierung zwischen der Umfangsfläche 25 der
Ventilnadel 8 und der Innenfläche der Führungsbohrung 7
des Düsenkörpers 6 über eine lange Zeit erhalten bleibt.

Anstelle von SiO_2 können für die Isolierschicht 26 auch
30 andere Isolierstoffe, z.B. Ta_2O_3 , Al_2O_3 , Si_3N_4 , AlN ,
 ZrO_2 und dergl. verwendet werden, und anstelle von TiN
für die Bindschicht 27 können TiC , CrN und dergl. zur
Verwendung kommen.

35 Zur Erzeugung eines den Beginn der Brennstoffeinspritzung
anzeigenden elektrischen Signals ist der Düsenkörper 6 des
in Fig. 1 gezeigten Einspritzventils 1 mit Masse verbunden,
und die Elektrode 18 ist über einen Widerstand 28 mit einer

1 Spannungsquelle +V verbunden. Bei dieser Anordnung ergibt sich über den Widerstand 28 eine Spannung V_0 , wenn die Ventilmadel 8 auf dem Ventilsitz 10 ruht. Da die Ventilmadel 8 und der Düsenkörper 6 einen Unterbrecherschalter 5 bilden, welcher bei geschlossenem Einspritzventil 1 ebenfalls geschlossen ist, fließt von der Spannungsquelle +V ein Strom durch den Widerstand 28, wobei sich ein vorbestimmter Spannungsabfall ergibt. Bei der Zufuhr von unter Druck stehendem Brennstoff in die Kammer 11 hebt die Ventilmadel 8 von ihrem Sitz ab, so daß die elektrische Verbindung zwischen ihr und dem Ventilkörper 6 unterbrochen ist und dadurch kein weiterer Strom durch den Widerstand 28 fließt. Dadurch wird also der Beginn sowie auch das Ende der Brennstoffeinspritzung durch die am Widerstand 28 auftretende Spannung angezeigt.

Beim Abheben der Ventilmadel 8 von ihrem Sitz 10 kann ihr oberes Ende in elektrisch leitende Berührung mit dem Einsatzstück 3 und über dieses mit dem Düsenkörper 6 kommen. Um dem vorzubeugen kann die obere Endfläche 8a der Ventilmadel 8 mit einer Isolierschicht 29 versehen sein, wie in Fig. 3 dargestellt. Die Isolierschicht 29 ist im dargestellten Beispiel durch Ionenauftrag auf die Ventilmadel 8 aufgebracht. Damit ferner auch das untere Endstück der Düsenadel 8 nicht über daran anhaftende Kohle in elektrisch leitende Berührung mit dem Düsenkörper 6 kommt, kann auch das untere Endstück 8b der Ventilmadel 8 mit einer weiteren Isolierschicht 30 versehen sein, wie ebenfalls in Fig. 3 zu erkennen.

Die Isolierschichten 29 und 30 können aus Siliziumoxid od. dergl. bestehen und im Ionenauftragsverfahren auf die entsprechenden Bereiche der metallenen Ventilmadel aufgebracht sein. Dadurch erhalten die Isolierschichten 29 und 30 eine hohe Dichte und eine feste stoffschlüssige Verbindung mit der metallenen Unterlage der Ventilmadel 8, so daß sie sehr dauerhaft sind und ihre Isolierwirkung über lange Zeit erhalten bleibt.

17-10-84

- 11 -

3438048

- 1 Als Material für die Isolierschichten 29 und 30 kommt nicht nur Siliziumoxid in Frage, es können auch andere Stoffe verwendet werden, wie z.B. Al_2O_3 und dergl..
- 5 Die Isolierschichten 29 und 30 können auch unter Anwendung anderer Ionen-Auftragsverfahren, des Elektronenstrahl-Schmelzverfahrens, des Hohlkathodenverfahrens usw. aufgebracht werden.
- 10 Da die Isolierschicht gemäß vorliegender Erfindung auf einer auf der Oberfläche der Ventalnadel geformten Bindschicht gebildet wird und die Bindschicht einen linearen Ausdehnungskoeffizienten hat, welcher zwischen dem der Ventalnadel und dem der Isolierschicht liegt und außerdem in der
15 Lage ist, eine feste stoffschlüssige Verbindung mit der Ventalnadel sowie auch mit der Isolierschicht einzugehen, ergibt sich eine feste stoffschlüssige Verbindung der Isolierschicht mit der Ventalnadel, und die sich aufgrund des unterschiedlichen linearen Ausdehnungskoeffizienten der
20 Ventalnadel und der Isolierschicht in der letzteren ergebenden Verwerfungen bleiben auf ein Mindestmaß beschränkt. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit der Schaffung einer Isolierschicht, welche äußerst widerstandsfähig gegen Abblättern ist und einen isolierten Zustand über eine sehr
25 lange Zeit aufrecht zu erhalten vermag.

30

35

-12-
- Leerseite -

FIG. 1

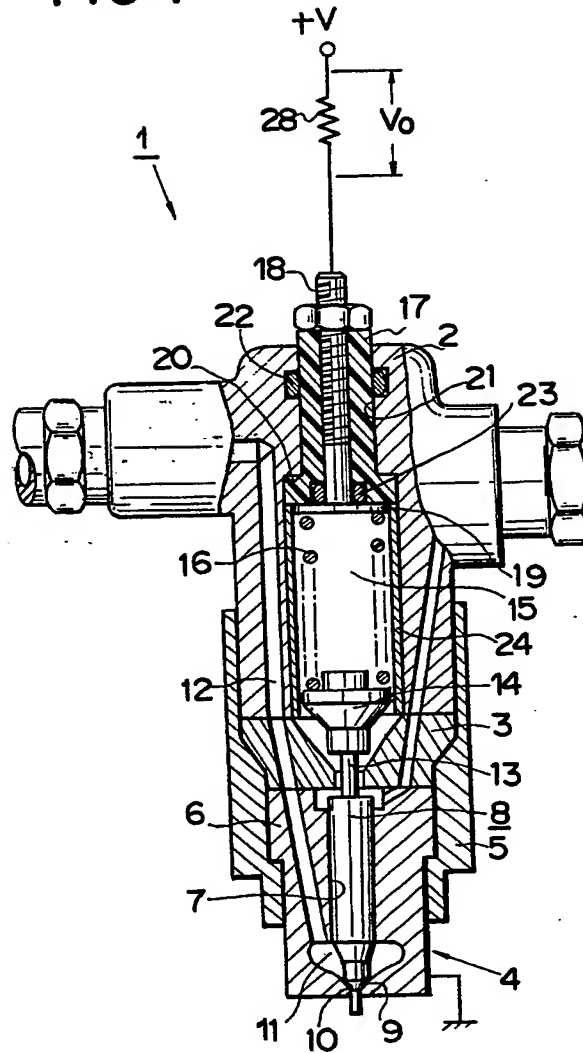


FIG. 2

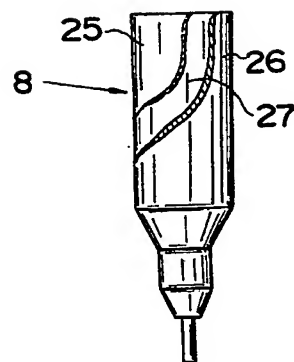


FIG. 3

